动物补偿生长研究进展

祁东风[1] 杨苏亮[1] 李海静[2] 夏梦芳[1] 王 婷[1] 黄艳群[1] 陈 文[1*]

(1.河南农业大学饲料营养河南省工程实验室，河南农业大学国家家养动物种质资源平台，郑州 450002；2.山东省济宁市兖州区畜牧兽医工作站，济宁 272000)

摘 要：补偿生长技术广泛应用于草食动物、家禽和猪等动物的特定饲养阶段，可提高机体蛋白质沉积率、改善饲料利用率、促进激素分泌、增强酶活性等。本文就补偿生长对动物机体的影响及其限制因素进行阐述，并浅谈补偿生长在动物生产上的应用现状及前景。

关键词：补偿生长；限饲；动物生产

中图分类号：S917.4 文献标识码：A 文章编号：

补偿生长，又称追赶性生长（catch-up growth），是高等动物由于前期营养不良或人为进行限饲，在营养水平恢复正常后，机体表现出较快生长速率的现象[1–2]。根据动物的生长结果，补偿效果呈现：超补偿生长、全补偿生长、部分补偿生长、零补偿生长、负补偿生长 5 个梯度[3]。同时，补偿生长也受到多种因素的影响，如性别、采食量、限饲强度和开始时间等。近年来，对补偿生长的研究逐渐由生长性能、免疫机能和消化酶活性等表观性能向分子调控机理延伸，更多的与补偿生长机理相关的深层因素，如激素调控和相关基因表达等，被逐渐发掘，为其在动物生产实践上的应用提供了更加完善的理论基础。

1 影响补偿生长的因素

1.1 性别

许多试验结果证明，性别是影响动物补偿生长的重要因素。Shariatmadari 等[4]对 7~14 日龄肉仔鸡进行限饲，然后补偿生长至 49 日龄，发现公鸡的末重、饲料效率和增长率都显著高于母鸡（P<0.05），且公鸡下腹重量显著低于母鸡（P<0.05）。Whitaker 等[5]对母大鼠进行了蛋白质限饲试验，结果表明其所产雄性子代的增重率显著高于雌性子代（P<0.05），且在采食

收稿日期：2015-12-21

基金项目：国家自然科学基金项目（31372329）

作者简介：祁东风（1992—），男，河南通许人，硕士研究生，从事家禽营养学与饲料研究。

E-mail: 212796379@qq.com

*通信作者：陈 文，教授，硕士生导师，E-mail: cchenwen@aliyun.com

量、活跃性和代谢率等方面也优于雌性子代。Bhasin 等[6]报道，经过限饲的小鼠所产雄性子代表现出更好的葡萄糖耐受性，这或许是雄性子代有更高增重率的原因。由此表明，雄性动物比雌性动物可能有更好的补偿生长能力，雄性和雌性动物分开进行限饲及补偿生长，可以达到更好的效果。

1.2　限饲强度

限饲一般发生在动物的幼龄时期，此时机体尚未发育成熟，过强的限饲容易影响动物后期的补偿机能。曹玉娟[7]对扬州仔鹅分别进行 5%、10%、15%的能量限饲（19~28 日龄），再补偿至 70 日龄，试验表明，5%和 10%限饲组体重与对照组均无显著差异（P>0.05），而 15%限饲组体重极显著低于对照组（P<0.01）。Lippens 等[8]在 4~8 日龄对肉仔鸡分别进行 20%和 10%的能量限饲，经过补偿生长后，10%限饲组的体重肉鸡达到了对照组水平（P>0.05），而 20%限饲组由于限饲过强而没有达到有效的补偿生长。此外，张崇志等[9]对蒙古羔羊进行不同程度的限饲，结果发现，严重限饲组[代谢能（ME）:8.61 MJ/kg,粗蛋白质（CP）:5.70%]在限饲期的背最长肌、半腱肌和肱二头肌的平均肌纤维面积均显著低于对照组（ME:10.88 MJ/kg,CP:15%）（P<0.05），极显著低于中等限饲组（ME:10.88 MJ/kg,CP:10.00%;ME:9.41MJ/kg,CP:10.00%）（P<0.01），这表明严重限饲已影响到羔羊肌肉的发育潜能。这些结果证明，对动物进行适宜强度的限饲才能得到较好的补偿生长效果。

1.3　限饲开始时间和持续时间

动物的种类、发育阶段和营养水平的不同，限饲开始时间以及持续时间也不一样。Camacho 等[10]对肉仔鸡进行不同时间段的限饲，结果表明，在 7 日龄开始限饲得到的效果最好，不仅有效降低了总死亡率、腹水症和肉鸡腿病等问题，而且经过补偿生长，限饲组肉鸡的胴体指标可以达到对照组水平。Ballay 等[11]研究表明，肉仔鸡在 18 日龄之前限饲 6 d，在 39 日龄可以达到补偿生长效果；如果限饲的时间超过 6 d，虽然饲料转化率有所提高，但体重低于对照组。总结前人研究报道可知，肉鸡一般在 21 日龄之前进行限饲，持续 5~7 d，主要集中在 5~14 日龄。在其他动物上的研究显示，肉牛 7~10 月龄进行限饲，而对于猪，因其在断奶期的应激因素过多，限饲开始的时间不宜过早。因此，针对不同动物制订科学的限饲计划十分必要。

1.4　补偿生长期采食量

采食量是决定动物的生长性能和遗传潜力的主要因素之一，而且影响畜禽体增重、饲料利用效率和胴体指标。Manal 等[12]对妊娠早期的母兔进行限饲研究，发现各限饲组母兔所产子代在后期饲养阶段的采食量和饲料利用效率均显著高于对照组（$P<0.05$）。Zubair 等[13]对肉仔鸡进行限饲，研究表明，尽管限饲组在限饲期的基础代谢率显著低于对照组（$P<0.05$），而补偿生长期采食量的提高才是促使肉仔鸡完成补偿生长的主要因素。由此可知，在补偿生长阶段适当加大饲粮的投喂量能有效利用机体的补偿生长能力。

2 补偿生长对动物机体的影响

2.1 对蛋白质及氮代谢的影响

饲粮营养水平对蛋白质周转代谢有重要影响，当饲粮中蛋白质水平提高时，机体蛋白质的周转代谢也随之增强[14]。在补偿生长期，提高动物饲粮营养水平，机体蛋白质沉积量表现出明显的增加。在大鼠上的研究发现，饲喂低蛋白质水平饲粮时，大鼠肌肉蛋白质周转率下降，然后在饲喂正常蛋白质水平饲粮后发生了补偿生长，且伴随着较高的肌肉蛋白质合成和分解率[15]。Turgeon 等[16]对羔羊进行早期限饲后再进行补偿生长，发现在补偿生长早期出现较高的蛋白质沉积率，且在补偿阶段结束时限饲组与对照组相比增重并无统计学差异（$P>0.05$）；Lametsch 等[17]在猪上的研究也到了相似的结果。由此可知，在动物生长早期控制蛋白质摄入量，后期进行补偿饲养，可提高饲料转化率，并且能有效降低因蛋白质的利用不充分而对环境造成的污染[3]。

补偿生长与动物机体的氮沉积量密切相关，Lippens 等[3]对罗斯肉仔鸡在 4~7 日龄进行限饲后再进行补偿生长，结果显示限饲组的肉仔鸡比对照组表现出更高的氮沉积量（$P>0.05$），且限饲组补偿生长的末重略高于对照组（$P>0.05$），达到了超补偿生长；Ishida 等[1]在猪的赖氨酸限饲模型上也得到了相似的结果。

2.2 对免疫的影响

营养物质是促进机体免疫器官发育的基础，合理的营养水平可以提高动物体的免疫力，降低机体对疾病的易感性[18]。刘小刚等[19]对乌珠穆沁羔羊进行限饲及补偿生长试验，结果表明，在补偿生长前期（60~90 日龄），各限饲组羊血液中 $CD4^{+}T$ 淋巴细胞含量快速升高；在补偿结束时（150 日龄），蛋白质限饲组羊血液中 $CD8^{+}T$ 淋巴细胞含量显著高于对照组（$P<0.05$），而各组间 $CD4^{+}T$ 与 $CD8^{+}T$ 淋巴细胞亚群比值差异不显著（$P>0.05$），这表明限

饲组羔羊的免疫机能经过补偿生长能得到加强。Khajavi 等[20]对肉鸡限饲后进行补偿生长，结果表明，限饲组的 $CD4^+T$ 淋巴细胞百分比显著高于对照组（$P<0.05$）。由此推断，对动物进行科学限饲和补偿生长可以增强机体的免疫机能和抗病力，降低发病率和死淘率。

2.3 对相关酶活性的影响

限饲会降低或增加机体分泌酶的活性，当限制因素解除后，这种影响仍然会持续下去。Zhan 等[21]对限饲肉仔鸡进行补偿生长后发现，限饲组肉仔鸡肝脏中苹果酸脱氢酶(malic dehydrogenase,MDH)（$P<0.05$）、异柠檬酸脱氢酶(isocitrate dehydrogenase,ICD)（$P<0.01$）和 6-磷酸葡萄糖脱氢酶(glucose-6-phosphate dehydrogenase,G-6-PDH)的活性均有显著增加（$P<0.05$），腹脂中的 MDH、ICD 和 G-6-PDH 的活性变化也得到了相似的结果。陈军强等[22]报道，小尾寒羊限饲后瘤胃液中纤维素酶活性在补偿生长期呈升高趋势，在 90 d 时各限饲组瘤胃液中纤维素酶活性均高于对照组。He 等[23]对妊娠晚期的母羊进行能量限饲或蛋白质限饲，发现均对母羊胸腺和脾脏中超氧化物歧化酶(superoxide dismutase,SOD)的活性造成了一定的影响。

2.4 对激素的影响

激素调控是目前补偿生长机理研究中的热点。Yambayamba 等[24]对赫里福德杂交小母牛进行 95 d 的限饲，补偿生长后的结果表明，限饲组血液中生长激素(GH)浓度极显著高于对照组（$P=0.01$），补偿生长至 31 d 时，GH 浓度下降至对照组水平；牛血液中类胰岛素生长因子Ⅰ(IGF-Ⅰ)和胰岛素(INS)浓度都高于对照组（$P>0.05$）。这些结果表明补偿早期生长速率的增加与 GH-IGF-Ⅰ-INS 轴密切相关，与 Keogh 等[25]在公牛上的研究结果相似。Chaosap 等[26]在猪的限饲模型上的研究结果证实，限饲组血浆 IGF-Ⅰ浓度随着补偿生长的饲粮营养水平的提高而上升，血浆中 IGF-Ⅰ的浓度在经过 2 d 补偿后达到对照组的水平（$P>0.05$）。此外，张冬梅[27]研究发现，在补偿期营养水平提高的同时，生长抑素受体浓度也在升高，这也暗示动物在补偿生长达到一个生态平衡后将不再无限制的补偿生长下去。

2.5 对相关基因表达的影响

动物年龄、发育状态、激素和营养水平的不同均能影响机体基因的表达，其中营养水平对基因表达的影响至关重要。杨美霞等[28]研究报道，限饲组绵羊在限饲期的肝脏和背最长肌中 *IGF-*Ⅰ mRNA 的表达量都极显著低于对照组（$P<0.01$），而在补偿生长结束时，限饲组中

肝脏和背最长肌中 *IGF-*Ⅰ mRNA 的表达量均有所提高，且与对照组无显著差异（$P>0.05$），这表明经过补偿生长，*IGF-*Ⅰ mRNA 的表达量得到了恢复；张冬梅等[29]在羔羊上的研究得到了相似的结果。He 等[23]对妊娠母羊进行限饲，所产子代经过 22 周的正常饲养，限饲组子代肝脏和胸腺中铜锌-超氧化物歧化酶(copper and zinc superoxide dismutase,*Cu*,*Zn-SOD*)的基因表达量均显著高于对照组子代（$P<0.05$），而过氧化还原蛋白酶 2(peroxiredoxin 2,*PRDX*2)的基因表达量仅在胸腺中显著高于对照组子代（$P<0.05$）。但 Tarry-Adkins 等[30]在大鼠上的研究结果显示，经过限饲的母鼠所产子代在 3 月龄时胰岛 *PRDX*2 mRNA 表达量未出现显著变化。

3 补偿生长在动物生产上的应用

3.1 在家禽生产上的应用

高生长速率是现代畜禽生长的特点，然而这会导致较高的脂肪沉积量和相关代谢性疾病的发生。前人研究证明，在生长早期进行限饲后期进行补偿生长可以有效降低动物的总死亡率[3]。Zhan 等[21]对肉仔鸡进行早期能量限制，经过补偿生长后，限饲组的体重、体增重、屠宰率和饲料转化率与对照组相比均无统计学差异（$P>0.05$），这表明限饲组的肉仔鸡达到了完全补偿生长，但限饲组的腹脂重显著高于对照组（$P<0.05$）。Khetani 等[31]对 22 日龄肉仔鸡进行 2 周的定量限饲后再进行补偿生长，研究发现，限饲组的体重、全期平均日增重、全期日采食量与对照组相比均无显著差异（$P>0.05$），且补偿期的平均日增重显著高于对照组（$P<0.05$）。补偿生长在家禽上的研究主要集中在鸡上，在其他家禽上仅有少量研究报道。曹玉娟等[32]对仔鹅限饲后进行补偿生长，结果表明，5%限饲组在半净膛重、全净膛重、胸肌率、腿肌率和腹脂率与对照组均无显著差异（$P>0.05$），且 5%限饲组腹脂重显著低于对照组（$P<0.05$）。

3.2 在养猪业上的应用

随着社会生活水平的改善，人们对肉品质的要求也在逐步提高。Madsen 等[33]对去势仔猪限饲后进行补偿生长试验，结果表明，在补偿生长阶段，限饲组的生长速度和生长效率都显著高于自由采食组（$P<0.05$）。适当的限饲和补偿生长不仅不会影响猪的生长性能，还可以改善猪的胴体品质。Chaosap 等[26]在对 73 日龄仔猪限饲后发现，限饲组补偿期的生长率较对照组高 12.9%（$P<0.05$），且补偿生长结束后限饲组与对照组胴体重差异不显著（$P>0.05$）。Heyer

等[34]对杜洛克猪限饲后再进行补偿生长，结果表明，限饲组在补偿期的平均日增重、平均日采食量和肉料比(G:F)都极显著高于自由采食组（$P=0.001$），而且限饲组背最长肌的肌内脂肪沉积效果优于对照组（$P<0.05$），这或许是限饲的猪经过补偿生长后达到 110 kg 的时间比自由采食组提前 19 d 的主要原因。

3.3　在草食动物饲养上的应用

补偿生长在草食动物上的研究主要涉及牛、羊。陈军强等[22]对 3 月龄小尾寒羊公羊进行 30 d 的限饲，再经过补偿生长后，发现补偿期各组间营养物质表观消化率均无显著差异（$P>0.05$），但随着限饲强度的提高，平均日增重呈上升趋势，但补偿生长试验结束时各限饲组体重与自由采食组之间差异不显著（$P>0.05$）。Choi 等[35]对荷斯坦母牛限饲后进行补偿生长，结果显示，限饲的母牛体重高于对照组（$P>0.05$），体重增长率极显著高于对照组（$P<0.01$），并且限饲组母牛产奶量比对照组高 9%（$P<0.05$）。张崇志等[9]报道，限饲组羔羊肌纤维在补偿期发育较快，各组羔羊的肌纤维直径、面积和密度差异均不显著（$P>0.05$），表明羔羊限饲后表现出补偿生长效应。

3.4　在水产养殖上的应用

近年来，补偿生长在水产动物上的应用研究也逐渐受到重视。在棘鱼上的研究显示，补偿生长可以弥补前期饥饿带来的生长不足[36]。Wu 等[37]对三刺鱼进行循环饲养（1 周饥饿饲养和 2 周自由采食饲养）得到了较好的补偿生长效果，且在补偿试验的最后 2 个阶段限饲组的增重率高于对照组（$P>0.05$）。此外，Montserrat 等[38]对虹鳟幼鱼进行 1 周的饥饿处理后进行补偿生长，试验结果显示，饥饿处理组在补偿期生长率显著高于对照组，饥饿处理组的末体重也达到了对照组水平（$P>0.05$）。

4　小　结

补偿生长在提高动物的免疫力、增加动物出栏重和改善氮沉积等方面具有较高的应用价值。但在补偿生长中，动物的适宜限饲强度和开始时间以及后期出现腹部高脂肪沉积等问题都有待进一步研究，且其潜在功能如促进激素分泌、消化酶活性和基因表达量改变等方面的研究也处于探索阶段。随着对补偿生长研究的深入，其在实践中的推广应用将对畜牧行业的健康发展起到有益的促进作用。

致谢：感谢河南农业大学牧医工程学院王志祥教授对文稿所提的宝贵意见。

参考文献：

[1] ISHIDA A,KYOYA T,NAKASHIMA K,et al.Nitrogen balance during compensatory growth when changing the levels of dietary lysine from deficiency to sufficiency in growing pigs[J].Animal Science Journal,2012,83(11):743–749.

[2] MITCHELL A D.Impact of research with cattle,pigs,and sheep on nutritional concepts:body composition and growth[J].The Journal of Nutrition,2007,137(3):711–714.

[3] LIPPENS M,HUYGHEBAERT G,DE GROOTE G.The efficiency of nitrogen retention during compensatory growth of food-restricted broilers[J].British Poultry Science,2002,43(5):669–676.

[4] SHARIATMADARI F,TORSHIZI R V.Feed restriction and compensatory growth in chicks:effects of breed,sex,initial body weight and level of feeding[J].British Poultry Science,2004,45(Suppl.1):S52–S53.

[5] WHITAKER K W,TOTOKI K,REYES T M.Metabolic adaptations to early life protein restriction differ by offspring sex and post-weaning diet in the mouse[J].Nutrition,Metabolism and Cardiovascular Diseases,2012,22(12):1067–1074.

[6] BHASIN K K S,VAN NAS A,MARTIN L J,et al.Maternal low-protein diet or hypercholesterolemia reduces circulating essential amino acids and leads to intrauterine growth restriction[J].Diabetes,2009,58(3):559–566.

[7] 曹玉娟.早期能量限饲对仔鹅补偿生长的影响[D].硕士学位论文.扬州:扬州大学,2014:11–33.

[8] LIPPENS M,ROOM G,DE GROOTE G,et al.Early and temporary quantitative food restriction of broiler chickens.1.Effects on performance characteristics,mortality and meat quality[J].British Poultry Science,2000,41(3):343–354.

[9] 张崇志,高爱武,侯先志,等.不同营养水平对羔羊肌肉组织学性状的影响[J].动物营养学报,2011,23(2):336–342.

[10] CAMACHO M A,SUÁREZ M E,HERRERA J G,et al.Effect of age of feed restriction and microelement supplementation to control ascites on production and carcass characteristics of broilers[J].Poultry Science,2004,83(4):526–532.

[11] BALLAY M,DUNNINGTON E A,GROSS W B,et al.Restricted feeding and broiler performance:age at initiation and length of restriction[J].Poultry Science,1992,71(3):440–447.

[12] MANAL A F,TONY M A,EZZO O H,et al.Feed restriction of pregnant nulliparous rabbit does:consequences on reproductive performance and maternal behaviour[J].Animal Reproduction Science,2010,120(1/2/3/4):179–186.

[13] ZUBAIR A K,LEESON S.Effect of early feed restriction and realimentation on heat production and changes in sizes of digestive organs of male broilers[J].Poultry Science,1994,73(4):529–538.

[14] KOBAYASHI H,BØRSHEIM E,ANTHONY T G,et al.Reduced amino acid availability inhibits muscle protein synthesis and decreases activity of initiation factor eIF2B[J].American Journal of Physiology:Endocrinology and Metabolism,2003,284(3):E488–E498.

[15] JONES S J,STARKEY D L,CALKINS C R,et al.Myofibrillar protein turnover in feed-restricted and realimented beef cattle[J].Journal of Animal Science,1990,68(9):2707–2715.

[16] TURGEON O A,Jr,BRINK D R,BARTLE S J,et al.Effects of growth rate and compensatory growth on body composition in lambs[J].Journal of Animal Science,1986,63(3):770–780.

[17] LAMETSCH R,KRISTENSEN L,LARSEN M R,et al.Changes in the muscle proteome after compensatory growth in pigs[J].Journal of Animal Science,2006,84(4):918–924.

[18] 刘海港,韩杰,洪宇,等.日粮营养素对动物免疫功能影响研究进展[J].饲料工业,2009,30(15):14–16.

[19] 刘小刚.营养限制及补偿对羔羊内脏器官和血液中 $CD4^{+}$和 $CD8^{+}$T 淋巴细胞的影响[D].呼和浩特：内蒙古农业大学，2010.

[20] KHAJAVI M,RAHIMI S,HASSAN Z M,et al.Effect of feed restriction early in life on humoral and cellular immunity of two commercial broiler strains under heat stress conditions[J].British Poultry Science,2003,44(3):490–497.

[21] ZHAN X A,WANG M,REN H,et al.Effect of early feed restriction on metabolic programming and compensatory growth in broiler chickens[J].Poultry Science,2007,86(4):654–660.

[22] 陈军强,丁路明,高强,等.限饲与营养补偿对小尾寒羊生长性能、消化代谢和瘤胃液纤维素酶活性的影响[J].动物营养学报,2015,27(7):2085–2093.

[23] HE Z X,SUN Z H,TAN Z L,et al.Effects of maternal protein or energy restriction during late gestation on antioxidant status of plasma and immune tissues in postnatal goats[J].Journal of Animal Science,2012,90(12):4319–4326.

[24] YAMBAYAMBA E S,PRICE M A,FOXCROFT G R.Hormonal status,metabolic changes,and resting metabolic rate in beef heifers undergoing compensatory growth[J].Journal of Animal Science,1996,74(1):57–69.

[25] KEOGH K,WATERS S M,KELLY A K,et al.Effect of feed restriction and subsequent re-alimentation on hormones and genes of the somatotropic axis in cattle[J].Physiological Genomics,2015,47(7):264–273.

[26] CHAOSAP C,PARR T,WISEMAN J.Effect of compensatory growth on performance,carcass composition and plasma IGF-1 in grower finisher pigs[J].Animal,2011,5(5):749–756.

[27] 张冬梅.营养限制及补偿对蒙古羔羊脑垂体、肝脏、十二指肠相关生长指标及血液激素水平的影响[D].硕士学位论文.呼和浩特:内蒙古农业大学,2014:11–33.

[28] 杨美霞,吴翠兰,齐景伟,等.营养限制和补偿生长对蒙古绵羊类胰岛素生长因子-1(*IGF*-1) mRNA 表达水平的影响[J].内蒙古农业大学学报,2007,28(2):9–12.

[29] 张冬梅,侯先志,杨金丽,等.饲粮能氮限饲与补偿对蒙古羔羊肝脏重量、肝细胞增殖和增肥及生长激素受体、类胰岛素生长因子基因表达量的影响[J].动物营养学报,2013,25(7):1632–1640.

[30] TARRY-ADKINS J L,CHEN J H,SMITH N S,et al.Poor maternal nutrition followed by accelerated postnatal growth leads to telomere shortening and increased markers of cell senescence in rat islets[J].FASEB Journal,2009,23(5):1521–1528.

[31] KHETANI T L,NKUKWANA T T,CHIMONYO M,et al.Effect of quantitative feed restriction on broiler performance[J].Tropical Animal Health and Production,2009,41(3):379–384.

[32] 曹玉娟,王志跃,孙红暖,等.早期能量限饲对仔鹅生长性能和内脏器官发育的影响[J].动物营养学报,2014,26(1):90–97.

[33] MADSEN J G,BEE G.Compensatory growth feeding strategy does not overcome negative effects on growth and carcass composition of low birth weight pigs[J].Animal,2015,9(3):427–436.

[34] HEYER A,LEBRET B.Compensatory growth response in pigs:effects on growth performance,composition of weight gain at carcass and muscle levels,and meat quality[J].Journal of Animal Science,2007,85(3):769–778.

[35] CHOI Y J,HAN I K,WOO J H,et al.Compensatory growth in dairy heifers:the effect of a compensatory growth pattern on growth rate and lactation performance[J].Journal of Dairy Science,1997,80(3):519–524.

[36] INNESS C L W,METCALFE N B.The impact of dietary restriction,intermittent feeding and compensatory growth on reproductive investment and lifespan in a short-lived fish[J].Proceedings of the Royal Society of London Series B:Biological Sciences,2008,275(1644):1703–1708.

[37] WU L,XIE S,CUI Y,et al.Effect of cycles of feed deprivation on growth and food consumption of immature three-spined sticklebacks and European minnows[J].Journal of Fish Biology,2003,62(1):184–194.

[38] MONTSERRAT N,GABILLARD J C,CAPILLA E,et al.Role of insulin,insulin-like growth factors,and muscle regulatory factors in the compensatory growth of the trout (*Oncorhynchus mykiss*)[J].General and Comparative Endocrinology,2007,150(3):462–472.

Research Progress on Compensatory Growth in Animals

QI Dongfeng[1] YANG Suliang[1] LI Haijing[2] XIA Mengfang[1] WANG Ting[1] HUANG Yanqun[1] CHEN Wen[2*]

（1. *Hennan Agricultural University*, *Feed Nutrition Engineering Laboratory of Henan Province*, *Hennan Agricultural University National Germplasm Resources Platform for Animals*, *Zhengzhou* 450002, *China*; 2. *Animal Husbandry and Veterinary Station in Yanzhou*

*Corresponding author, professor, E-mail: cchenwen@aliyun.com （责任编辑 菅景颖）

District, *Shandong Province*, *Jining* 272000, *China*)

Abstract: Compensatory growth is widely used in specific feeding stages of animals such as herbivores, poultry and pigs, which can improve the protein deposition rate and the feed utilization ratio, promote hormone secretion, and enhance the enzymatic activity. In this review, the effects of the compensatory growth on animals and its limiting factors were elaborated, and the status and prospect of application of compensatory growth in animal production were discussed.

Key words: compensatory growth; feed restriction; animal production